

ノンボッシュプロセスを用いた シリコン加工データ

【サムコ(株) 開発部】

■はじめに

プラズマを使用したシリコンの深掘プロセスには大きく分けて2つの系統がある。一つは保護膜を形成するステップとシリコンをエッチングするステップを交互に行うボッシュプロセス、もう一つは保護膜を形成するガスとエッチングガスを同時に流すノンボッシュプロセスである。

ボッシュプロセスは高速エッチングレート、高選択比で高アスペクトかつ垂直な加工が可能なプロセスである。当社は2003年に日本のメーカーとしては初めてボッシュプロセスのライセンスをロバートボッシュ社(独)より供与されており、インクジェットヘッドや各種センサの加工、医療、光通信、バイオ分野等の高アスペクトな加工を必要とする市場で幅広く使用されている。図1にRIE-800iPBCを用いてボッシュプロセスで加工した結果を示す。φ1.2μm幅で62μm深さの高アスペクトな加工が側壁破れなくできている。

一方で、ノンボッシュプロセスはスカロップフリー、順テーパ加工が可能なプロセスである。このため、3次元実装デバイスのTSV(Through Si Via)工法などの埋め込みを行う分野、光学デバイスなどスカロップフリーの分野では、加工形状の要望によってはノンボッシュプロセスが必要になる場合がある。それぞれのプロセスに長所があり、要望に応じて使い分けが必要である。例えば、TSV分野ではφ20μm径で100μm程の深さの場合はノンボッシュプロセス、それ以上の深さになってくるとボッシュプロセスといった使い分けをしている。ボッシュプロセスに関してはこれまでのsamco NOW*でも紹介しているので、今回はシリコンのノンボッシュプロセスの最新データを紹介する。

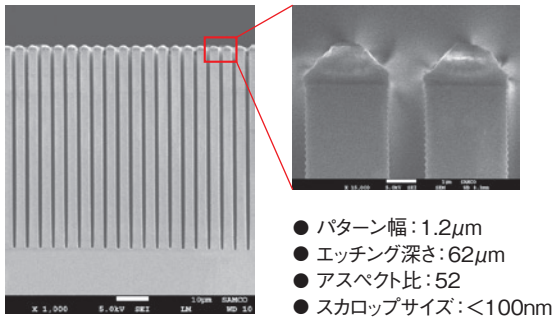


図1 高アスペクト ボッシュプロセス加工結果

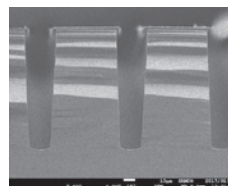
- パターン幅: 1.2μm
- エッチング深さ: 62μm
- アスペクト比: 52
- スカロップサイズ: <100nm

■プロセス

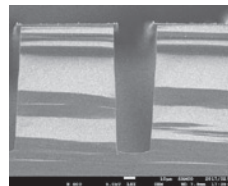
RIE-800iPを用いてノンボッシュプロセスで加工したシリコンエッチング結果を図2に示す。幅20μmのトレンチで深さ107μmの加工がボーイングなく順テーパに加工でき、エッチングレートは13.4μm/minが得られている。また、幅30μmで深さ113μm、幅50μmで深さ121μmと開口径が変化しても、ボーイングなく順テーパに加工できている。エッチングレートも幅30μmで14.1μm/min、幅50μmで15.1μm/minと増加している。当社のボッシュプロセスと比較した場合、低スカロップ加工では10μm/min以下のエッチングレートであったが、それと比較してもより高速なエッチングを実現できている。図3は、幅20μmのト

レンチで深さ100μm超、アスペクト比6~8を10μm/min程度のエッチングレートで加工したノンボッシュプロセスとボッシュプロセスのそれぞれの側壁形状である。ボッシュプロセスではスカロップが大きい結果に対して、ノンボッシュプロセスではスカロップフリーの平滑な加工ができているのが分かる。従って、エッチングレート、側壁平滑性から見ても、これらの深さの要求であればノンボッシュプロセスの方が適していると考えられる。

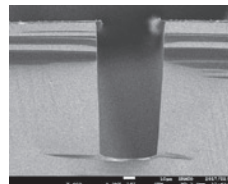
また、テーパ角度についても容易に制御可能である。テーパ角度は93°の順テーパから90.4°の垂直まで得られている。角度の垂直性はプロセスガス比で制御でき、レート・選択比と引き換えに改善可能である。



- パターン幅: 20μm
- エッチング深さ: 107μm
- エッチングレート: 13.4μm/min
- テーパ角度: 92.7°

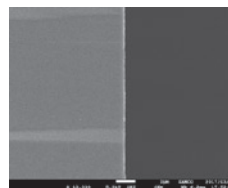


- パターン幅: 30μm
- エッチング深さ: 113μm
- エッチングレート: 14.1μm/min
- テーパ角度: 92.5°

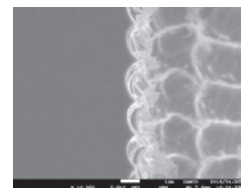


- パターン幅: 50μm
- エッチング深さ: 121μm
- エッチングレート: 15.1μm/min
- テーパ角度: 92.2°

図2 順テーパ形状加工結果



ノンボッシュプロセス
(スカロップフリー)



ボッシュプロセス
(スカロップ: 800nm)

図3 シリコン側壁観察SEM結果 (20μm幅 トレンチ)

■おわりに

今回は、ノンボッシュプロセスを用いたシリコン加工について紹介した。当社はシリコンディープエッチングプロセスにおいて、ボッシュ、ノンボッシュプロセス両方において豊富なデータを蓄積しており、お客様の要望に応じたプロセスを提供することが可能である。

* samco NOW Vol. 53、56、57、66、68、78、82、86、87、88